

各位评委老师下午好，我的论文题目为基于差异化信息推荐的城市交通网络均衡优化研究，接下来我将从研究目标、当前进展以及答辩总结三个方面进行阐述。

交通拥堵是城市交通网络中普遍存在的现象，其具有持续时间长、影响范围大的特点。现代导航软件可以向出行者提供当前最优的路径信息，进而减少出行者的延误绕行，还能减少拥堵的持续时间。但是，逐渐有学者意识到，不恰当的信息提供反而会降低系统总出行效率。本论文将从该问题出发，设计面向系统优化的路径信息推荐策略。

这里是一个与信息悖论有关的例子。可以看到网络中有两个起讫点，分别为 A-D 和 B-C。B-C 间只有一条路径，不需要进行信息设计。如果向 A-D 的出行者只提供点 A 到点 D 的路径，系统在均衡状态下的总出行时间为 2000 分钟；当再向其提供 A-B-C-D 的路径，则系统在均衡状态下的总出现时间为 2100 分钟，提高了 100 分钟。一种可能的解释是，信息提供过多，降低了次优路径分散网络流量的作用，进而导致信息悖论现象的产生。

本论文首先考虑在特定信息推荐策略下的交通分配问题。在本论文的模型中，假设信息发布机构选取每个起讫点的潜在信息集，进而从潜在信息集中确认最终发布的信息集。确认潜在信息集的目的是，起讫点间理论上是否有无穷条路径，我们只能考虑实际有可能被使用的路径，该集合的确定使用了 K 最短路算法。然后基于流量守恒、流量非负等条件确立了模型约束。

在此基础上，我们建立了底层模型，并分析了该模型的解特性，确立了该模型的解唯一，并且最优性条件和 RUE 原则具有一致性。

接下来我们开发了特殊的基于路径的分配算法，该算法的主要思想是在起讫点间找到一条基本路径，然后进行基本路径和已使用路径间的流量转移。可以看到，该算法的效率极高，基本上只需要 20 次左右的迭代就可以使得误差降低至十的负七次方。

然后，本论文研究了考虑最优路径信息提供策略的双层规划模型及算法。我们可以这样理解该模型：上层模型实际上就是管理者，为了实现系统总效率的最大化，管理者需要决定最优的信息推荐策略；当管理者确定信息推荐策略后，下层出行者对该策略进行反应，在不断的迭代中达到均衡状态，最终道路上的流量作为信息返回给上层管理者，管理者再根据获得的信息进行策略调整。但是，双层规划问题求解非常困难，即使上层模型和下层模型都属于凸优化问题，整个模型也不一定为凸优化问题；同时也有学者证明，即便是很简单的双层规划问题，也为 NP 难。所以本文将使用模拟退火算法进行求解。

我们使用 Nguyen 网络进行了初步分析。在进行了九万次迭代后，我们获得了一个相对满意的结果。分析结果可得，我们的模型实际上也是利用了次优路径来分散网络流量：小幅度提高某些之前使用强度较低的路径上的流量，可以大幅缓解关键路段的压力，进而使得网络效率有了显著提高。

最后，论文也有需要调整的地方。并不是所有的出行者都会使用导航软件进行出行，如何基于信息感知和无信息感知的混合出行者建立混合均衡模型，是本论文的一个重要方向。此外，当前的 Nguyen-Dupuis 网络只有 13 个节点、19 条弧，总出行需求量只有 2200。后续考虑使用 Sioux Falls 网络进行数值实验，该网络有 24 个节点、76 条弧，总需求量达到了 360600。最后，目前论文只使用了元启发式算法，并未从问题特点出发设计专门的启发式算法，后续考虑基于交替方向乘子法等理论开发更优越的求解算法。